

## 2. DIR の受入試験, コミッショニング, QA 徳島大学病院 佐々木 幹治

本講演では, DIR を臨床現場で導入するにあたり推奨されている受入試験およびコミッショニングが必要である理由と患者毎に実施される QA および定期的な QA について報告を行った. なぜ, 受入試験やコミッショニングが必要であるかという点, モダリティ画像 (CT もしくは MR など) や適応部位 (肺もしくは前立腺などの骨盤臓器) によって DIR の精度が異なることが挙げられる. また, 商用のソフトウェアであったとしても DIR を行った結果は, 毎回同一の結果を示さないことが知られている. また, 使用方法によっても DIR の精度に違いがあるとの報告がある [1]. それでは, そもそも DIR の精度検証方法には, どのようなものが挙げられるかという点と視覚評価, 輪郭情報に基づく定量評価, 解剖学的指標を使用した定量評価である. 当院で使用している商用ソフトウェアである Velocity™ (VARIAN 社製) であれば 視覚評価用のツールとは, スパイグラス, カラーブレンド, サブトラクションがある (Fig.1).

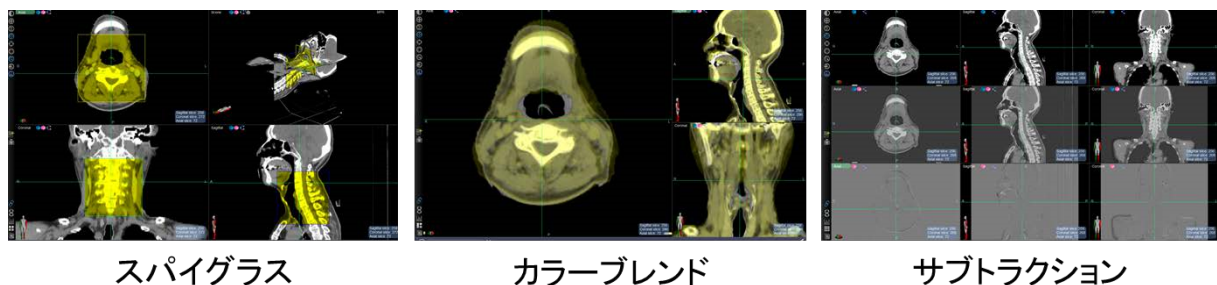


Fig. 1 Velocity™の視覚評価ツール

視覚評価は, 簡便に利用できる事がメリットではあるが, 評価者の主観的な判断が精度評価に影響を与えるために注意が必要である. 臨床で使用する場合には, 観察者間での評価のばらつきを低減させるための統一した判定基準を作成する必要がある. 具体的な評価法の例として, TG132 から“画像全体が良好に一致している”を示す 0 から“利用すべきでない”を示す 4 までの 5 段階尺度を用いて評価する方法が示されている [2]. 輪郭情報に基づく評価は, 被変形画像と目標画像の両画像上に輪郭が作成されている場合のみ使用が可能である. DIR のアルゴリズムによって算出された変形ベクトル場を被変形画像の輪郭に適用させることで, 目標画像上に変形した輪郭が作成される. 作成された輪郭と目標画像上の輪郭の一致度から, DIR の精度を双方の輪郭の類似度として評価する手法である. 指標としてダイス係数, ジャカード係数, ハウスドルフ距離等がある. これらの指標を用いた方法では, DIR の精度を定量的に評価できるが, 体積の一致度のみを評価しているためボクセル単位での一致度を評価することはできない. 解剖学的指標を使用した方法は, 2 画像上で同一の解剖学的特徴を示す位置にそれぞれ指標点を設置し, その 2 点の座標差を DIR の誤差として評価する方法である. ただし, 変形画像の画質が悪く, 解剖学的指標を設置しにくい場合には正確な評価が困難な場合がある. その際には, 変形量を利用した評価もひとつの評価法となりうる. つまり, 線形レジストレーションを基準とし

て DIR を利用した場合の違いについて有意性を評価する方法である。

DIR の受入試験は、仕様書通りに DIR 装置が稼働することを確認するために行う試験である。当院で使用している Velocity™ の受入試験では、物理ファントムを使用した転送チェック、距離と体積、conformality calculations, DVH calculation がある (Fig. 2)。いずれの受入試験についてもソフトウェアに実装されているツールを利用し、正常通り動作することの確認を実施することである。

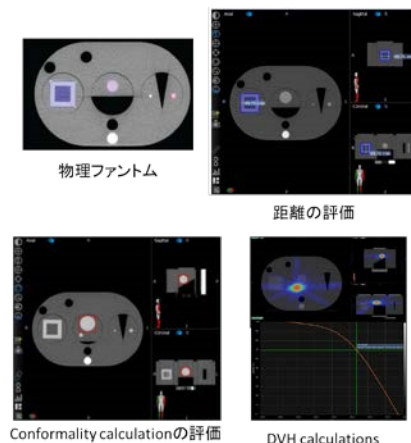


Fig. 2 Velocity™ の受入試験の一例

コミッショニングに用いられる精度検証用のツールは 2 種類あり、ファントム（物理ファントムと仮想ファントム）または、患者画像である。2 種類の精度検証用ツールにはメリットとデメリットがある。物理ファントムもしくは仮想ファントムを使用した場合には、DIR ソフトウェアで求めたボクセル単位の変形量と既知の変形量を比較することで容易にボクセル単位の空間的精度を評価できることがメリットである。現実に近い変形を再現できることは可能であるが、臨床条件を完全に再現することは不可能である点はデメリットである。患者画像を使用した場合には、臨床で使用する目標画像と被変形画像を使用するため、臨床条件での検証が可能である点はメリットである。しかし、ファントムでの検証とは異なり変形量が既知ではないため、正確な空間的 DIR 精度を評価することは困難であることがデメリットとして挙げられる。いずれも、全ての臨床使用条件を網羅した評価を行うことは困難であるため患者毎に DIR の精度を確認することが望ましい。コミッショニングにおける定量評価を行う際の注意点としては、輪郭情報を用いた手法では、ボクセル単位での精度評価ができないことである。解剖学的指標を用いた手法では、ボクセル単位での精度評価は可能であるが、腫瘍や軟部組織等の解剖学的指標を設置できない部位では使用が困難である。そのため、評価方法のメリットとデメリットを補うように組み合わせて評価することが推奨されている。

DIR の患者 QA における精度評価では、画像を重ねあわせ表示し目視で確認したうえで、過剰な変形が評価対象の領域で生じていないかを変形量を表示して確認手法が用いられている。また、DIR による合算線量の最大線量又は最小線量 ( $D_{max}$ ,  $D_{min}$ ,  $D_{2cc}$  等) を評価する場合は、照合の誤差によって線量を過小又は過大に評価する可能性があるため、DIR の精度を考慮して評価することが推奨されている。

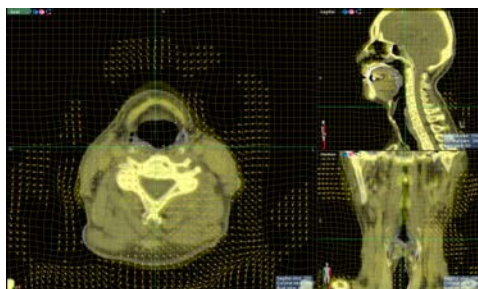


Fig. 3 Velocity™ における変形量評価の一例

DIR の定期的 QA では、コミッショニングで評価したデータを基準として使用し、試験結果の不変性を確認することとされている。ソフトウェアのバージョンアップ等によりシステムの仕様が変更された場合は、再度 DIR の精度を評価しなければならない。この項目においてもコミッショニングで評価したデータを基準として使用することが望ましいとされている。

前述の内容を踏まえた上で、臨床使用前には、臨床運用を議論したうえでコミッショニングおよび患者 QA を実施する必要がある。

#### 【参考文献】

- [1] Kadoya N, Nakajima Y, Saito M, et al. Multi-institutional Validation Study of 1109 Commercially Available Deformable Image Registration Software for Thoracic Images, Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 96 (2016) 422-431.
- [2] Brock K.K. Mutic S. Todd R., et al. Use of Image Registration and Fusion Algorithms and Techniques in Radiotherapy: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 132